

하계 완도 연안역의 동물플랑크톤 군집분포

문성용 · 정창수 · 서호영¹ · 오현주*

국립수산과학원 남해수산연구소, ¹전남대학교 해양기술학부

Distribution of Zooplankton Communities in the Coastal Area of Wando in Summer

Seong Yong Moon, Chang Su Jung, Ho Young Soh¹ and Hyun Ju Oh*

South Sea Fisheries Research Institute, NAFRDI, Yeosu 550-823, Korea

¹Division of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

Abstract – Distribution of zooplankton communities was sampled vertically with a NORPAC net investigated in costal area of Wando from 30, August at 7 stations. A total of 37 taxa were sampled with a total abundance of zooplankton ranged from 147 ~ 1,696 indiv. m⁻³. *Evadne tergestina*, *Acartia pacifica*, *Paracalanus parvus* s. l, Decapod larvae, *Sagitta crassa* were dominant species in coastal area of Wando and they contributed 90% of mean abundance of total zooplankton. Multivariate analysis revealed significant differences in community structure among the three regions: the site 1 (A), the middle part of the sampling area (B) and other sites (C). The number and abundance of zooplankton varied significantly among the three regions ($p < 0.05$). Of these, the distribution of zooplankton communities in the coastal area of Wando was controlled by Tsushima Warm Current and bottom cold water of Yellow Sea.

Key words : Costal area of Wando, zooplankton community, Tsushima Warm Current, bottom cold water of Yellow Sea

서론

남해 서부해역에 위치하고 있는 완도 연안역은 계절을 달리한 대마난류, 한국 남해안 연안수, 고온·저염인 중국대륙의 연안수, 황해저층냉수와 같은 다양한 수괴의 영향을 받는 해역으로(김과 노 1994; Nakata 1996; Lie and Cho 2002), 하계에는 대마난류와 황해저층냉수의 세력 확장으로 조석전선(tidal front)이 형성되어 주변에 서식하고 있는 해양생물의 분포에 영향을 미치게 된다(박

등 1990; Chung and Yang 1991; 강 등 2000; 김 등 2005). 특히, 하계에는 1999년부터 해마다 유해성 적조가 발생하여(임과 이 2004), 해마다 많은 수산업 피해를 야기시키고 있다(국립수산진흥원 2000). 하계에 완도 연안역에서 발생하는 유해성 적조는 물리적인 측면에서 황해 연안수, 대마난류, 황해냉수 등의 세력 확장에 의한 발생 가능성을 제시하였으며(임 2004; 조와 최 2005), 생물학적인 측면에서 동·식물플랑크톤의 양적 변화에 관여한다고 하였다(정 등 1999). 이러한 의미에서 하계 동물플랑크톤과 모악류의 군집변동은 연구해역의 유해성 적조의 발생시기를 추정하는데 큰 도움이 될 것으로 여겨진다.

* Corresponding author: Hyun Ju Oh, Tel. 061-690-8958, Fax. 061-686-1588, E-mail: hjoh@momaf.go.kr

완도 연안역에 대한 과거 연구로는, 수온 전선구조에 따른 멸치의 분포(김 등 2005), 식물플랑크톤의 군집생태와 유해성 적조의 발생기작(Shim and Park 1984; 윤 1998; 윤 등 2005; 조와 최 2005), 수피 특성을 이용한 동물플랑크톤과 모악류의 군집생태(박 등 1990; 강 등 2000; Park and Seo 2000)에 관한 연구들이 수행되었다. 하지만, 하계에 남해 서부해역은 황해 저층냉수의 확장 세력으로 인하여 진도와 완도 연안역까지 형성되는 저층냉수대와 대마난류의 확장은 연구해역의 동물플랑크톤의 분포 자료에 큰 영향을 미칠 가능성이 높음에도 불구하고 이 해역의 동물플랑크톤 분포 연구에 대한 자료는 전무하다.

이에 본 연구에서는 하계의 완도 연안역에 출현하는 동물플랑크톤의 시·공간적인 분포와 주요 우점종과 모악류의 종 조성에 따른 분포특성을 파악하여 해양환경 특성에 따른 동물플랑크톤과 모악류의 군집 생태를 파악하여 간략히 보고한다.

재료 및 방법

1. 수온, 염분, 엽록소 *a*

본 연구는 완도 인근해역의 7개 정점을 선정하여 하계인 2005년 8월 30일에 현장조사를 실시하였다(Fig. 1). 환경 요인으로는 수온, 염분, 용존산소는 현장에서 다항목 수질측정기(6920, YSI)로 측정하였으며, 엽록소 *a* (Chlorophyll *a*) 측정은 니스킨 채수기로 수심에 따라서 채수한 다음 시료수 250 mL를 공경 0.45 μm 여과지(Whatman GF/F)로 여과하고, 여과가 끝나기 직전 1% 탄

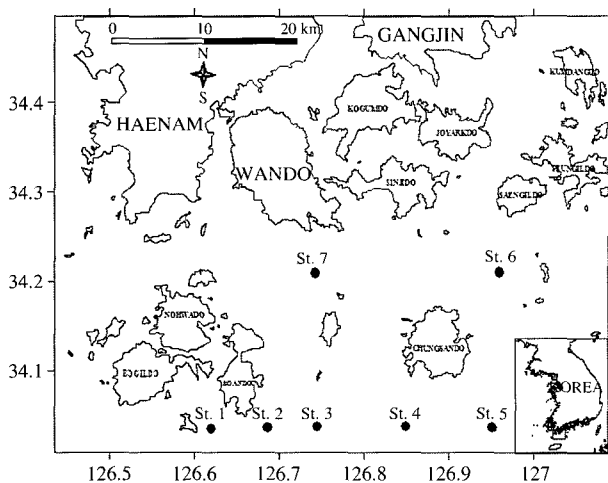


Fig. 1. Map showing in the study sites in coastal area of Wando.

산마그네슘 1 mL를 여과지에 주입한 후 분석시까지 냉동 보관하였다. 분석을 위해서 여과지를 90% acetone 10 mL를 주입하여 냉암소에서 24시간 동안 색소를 추출한 후 10분간 원심분리시켜 상등액을 663, 645, 630 nm에서 흡광도를 측정하여 농도를 계산하였다(Strickland and Parsons 1972).

2. 동물플랑크톤 채집과 처리

완도 인근해역의 동물플랑크톤 채집은 NORPAC net (망목 330 μm , 망구직경 45 cm)를 이용하여 저층에서 표층까지 정점별로 3회씩 수직예인 하였다. 채집된 시료는 즉시 선상에서 중성포르말린을 사용하여 5%가 되도록 고정하였다. 정량분석을 위하여 네트 입구에 유속계(Hydro-Bios model 438115)를 부착하여 여과 해수량을 산출하였으며, 종 조성 및 출현 개체수의 조사에 시료의 분할이 필요할 때는 Folsom식 부차시료기를 이용하여 1/2~1/8까지 분할한 후, Bogorov계수판에서 해부현미경(Olympus SZ40)을 사용하여 종 수준까지 동정과 계수를 실시하여 단위체적당 개체수(indiv. m^{-3})로 환산하였다.

3. 자료 분석

동물플랑크톤군집의 종 다양성을 비교분석하기 위하여 Shannon and Weaner(1963)의 종 다양성 지수(H')를 구하였다. 조사기간 동안 정점간(Q-mode) 군집분석은 각 분류군의 출현 개체수 자료를 사용하였으며, 군집분석 시 소수종에 의한 유사도 지수의 과대평가를 낮추기 위해서 지수변환 [$\log(\text{abundance}+1)$]한 자료를 이용하여 Bray-Curtis의 유사도 지수를 토대로 비가중 산술평균(UPGMA)에 의하여 군집화하는 계보적 집괴분석(Hierarchical cluster analysis)에 의해 실시하여 NMDS(non-metric multidimensional scaling) 배열법으로 군집분석을 수행하였다(Clarke 1993).

군집분석의 결과로 구분된 각 그룹간의 유의한 차이를 보기 위해 one-way ANOSIM를 수행하였으며, 각 그룹의 구분에 영향을 미치는 동물플랑크톤을 파악하기 위해 SIMPER(similarity-percentages procedure) 분석을 수행하였다(Primer 5.0, Primer-E Ltd.).

결 과

1. 수온, 염분, 엽록소 *a*

하계 완도 해역의 물리학적 환경요인인 수온과 염분의 분포양상을 살펴보면 수온 분포는 15.81~24.97°C의

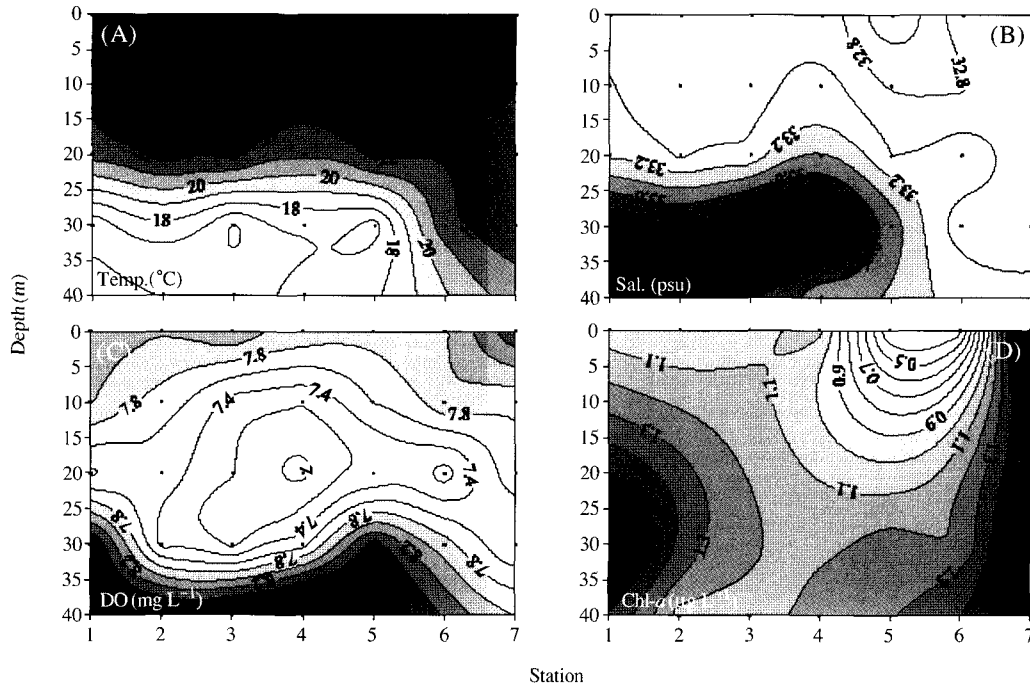


Fig. 2. Vertical variations of (A) temperature (°C), (B) salinity (psu), (C) DO (mg L⁻¹) and (D) chlorophyll-a (µg L⁻¹) in the upper 40 m in the coastal area of Wando.

범위로 정점 3의 수심 40 m에서 가장 낮았고 정점 5의 표층에서 가장 높았다. 수온의 연직분포는 정점 1에서 4까지 저층과 표층의 수온 변화 폭이 10°C 내외로 상대적으로 크게 나타나 저층에 냉수대가 형성되었다 (Fig. 2). 염분은 32.41~34.27 psu의 범위로서 정점 5의 표층에서 가장 낮았고, 정점 4의 수심 30 m에서 가장 높게 나타났지만, 정점과 수층간의 변화폭은 1 psu로 크지 않았다. 용존산소 농도는 6.76~9.14 mg L⁻¹의 범위로서, 정점 3의 30 m 수심에서 가장 낮았고, 정점 4의 저층에서 가장 높은 값을 보였다. 엽록소 *a*는 0.32~1.94 µg L⁻¹의 범위로 상대적으로 낮은 농도를 보였으며, 정점별 분포 양상에서는 정점 5의 표층에서 가장 낮았고, 정점 7의 표층에서 가장 높았지만 엽록소 *a*의 농도차이는 크지 않았다.

2. 종 조성 및 출현 개체수

연구해역에 출현한 동물플랑크톤은 중 수준까지 동정된 20종을 포함하여 총 37개 분류군이었으며, 요각류가 우점하는 것으로 나타났다 (Table 1). 조사정점에 따른 분류군 수는 9~29종의 범위로 정점 1에서 9종으로 가장 적게 나타났고, 정점 4에서 29종으로 가장 높게 나타났다. 동물플랑크톤의 평균 출현 개체수는 804 indiv. m⁻³이었으며, 정점 4에서 1,372 indiv. m⁻³로 가장 높은 출현

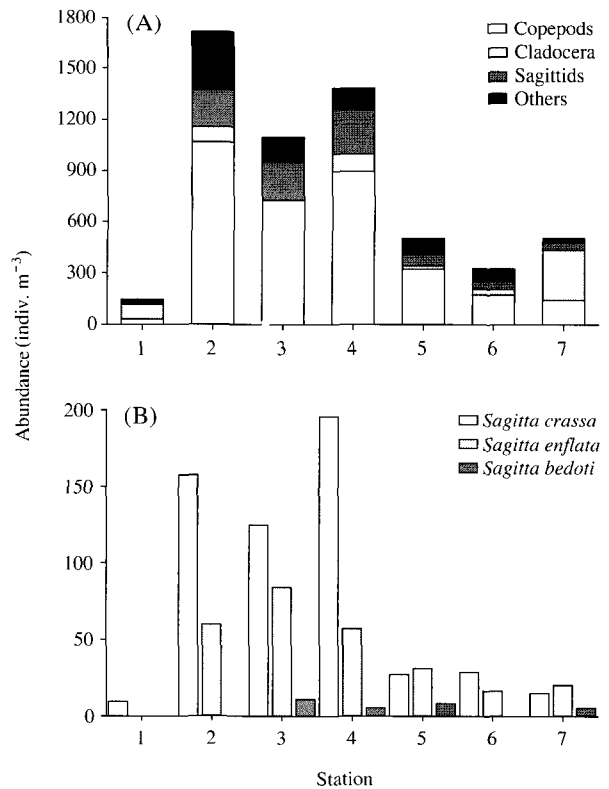


Fig. 3. Variation of zooplankton abundances at each stations in the coastal area of Wando. (A) abundance of zooplankton taxa, (B) abundance of chaetognaths.

Table 1. Species composition and abundance (%) of zooplankton in coastal area of Wando on August 2005

Taxon	1	2	3	4	5	6	7
undentified Siphonophorid sp.	0.0	0.8	0.5	0.8	0.8	1.9	0.0
<i>Obelia plana</i>	0.0	0.6	0.7	0.0	0.5	0.0	0.0
<i>Evadne tergestina</i>	60.2	5.1	0.0	7.7	3.3	9.0	58.4
<i>Penilia avirostris</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.9	0.0
<i>Acartia erythraea</i>	10.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Acartia pacifica</i>	0.0	39.6	33.4	43.0	23.4	20.3	21.1
<i>Acartia</i> sp.	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Acrocalanus gibber</i>	0.0	1.6	2.0	2.6	2.7	6.6	0.0
<i>Calanopia thompsoni</i>	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
<i>Calanus</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0
<i>Centropages abdominalis</i>	3.7	1.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
<i>Centropages dorsispinatus</i>	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
<i>Centropages furcatus</i>	0.0	0.0	1.2	0.0	1.1	0.0	1.1
<i>Centropages tenuiremis</i>	0.0	0.3	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0
<i>Eucalanus subcrassus</i>	0.0	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
<i>Euchaeta rimana</i>	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
<i>Labidocera euchaeta</i>	0.0	0.3	1.0	1.2	0.0	1.9	0.0
<i>Paracalanus parvus</i> s. 1	0.0	15.7	21.4	11.3	33.5	21.2	5.7
<i>Temora discaudata</i>	0.0	0.0	1.5	1.2	1.6	1.9	0.0
<i>Tortanus forcipatus</i>	2.8	0.6	1.7	0.0	1.1	1.9	0.5
<i>Corycaeus</i> spp.	0.0	0.6	1.7	1.0	0.5	0.0	0.0
Calanoid copepodite	1.9	1.1	2.0	2.4	0.0	0.0	0.0
undentified Amphipoda	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
Decapod larvae	11.1	15.7	6.2	3.4	2.7	1.9	3.2
Euphausiid larvae	0.0	0.3	0.0	0.4	0.8	1.9	0.0
<i>Lucifer</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.9	0.0
Lucifera larvae	1.9	0.5	1.2	0.4	0.0	0.9	0.5
Cirriped larvae	0.0	0.8	1.0	0.6	0.0	0.9	1.1
<i>Sagitta crassa</i>	6.5	9.3	11.5	14.3	5.4	9.0	3.0
<i>Sagitta enflata</i>	0.0	3.5	7.7	4.2	6.3	5.2	4.1
<i>Sagitta bedoti</i>	0.0	0.0	1.0	0.4	1.6	0.0	1.1
Polychaete larvae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
<i>Oikopleura</i> spp.	0.0	0.8	1.7	1.2	11.2	4.7	0.0
Doliolids	0.0	0.2	1.0	1.0	1.9	5.7	0.0
Squid larvae	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
Fish eggs	0.0	0.2	0.5	0.4	0.0	0.0	0.3
Fish larvae	0.0	0.2	0.5	0.4	0.0	4.7	0.0
Total abundance (indiv. m ⁻³)	147	1,696	1,090	1,372	499	320	503
Number of species	9	25	22	29	20	20	12
Diversity index (<i>H'</i>)	1.416	2.013	2.185	2.102	2.134	2.493	1.361

개체수를 나타낸 반면에 정점 1에서는 147 indiv. m⁻³로 가장 적었다(Fig. 3A).

정점간의 동물플랑크톤 종 구성에 따른 출현 개체수에서는 지각류 *Evadne tergestina*가 정점 3을 제외한 정점에서 출현하는 특성을 보였는데, 출현 개체수는 정점 1과 7에서 각각 88 indiv. m⁻³와 294 indiv. m⁻³로 가장 우점하였고 조성률도 60.2%와 58.4%로 높았다. 요각류 분포에서 *Acartia erythraea*는 정점 1과 2에서만 출현하였고, 출현 개체수는 각각 15 indiv. m⁻³와 11 indiv. m⁻³로 극히 낮았다. 반면에 *A. erythraea*와 혼재 분포양상을 보였던 *Acartia pacifica*는 정점 2에서 671 indiv. m⁻³로 가장 높았으며, 조성률은 39.6%로 높게 나타났다. *Paracalanus parvus* s. 1의 출현 개체수는 정점 2에서 가장 높

은 266 indiv. m⁻³를 나타냈다. 또한, 외양성 요각류인 *Eucalanus subcrassus*가 정점 2와 4에서 5 indiv. m⁻³로 낮은 출현 개체수를 보였다.

3. 모악류의 분포 특성

하계 완도 해역에 출현한 모악류는 *Sagitta crassa*, *Sagitta enflata*, *Sagitta bedoti* 등 3종이었다(Fig. 3B). 이들 중 남해 연안에 주로 분포하는 *S. crassa*가 모든 조사 정점에서 출현하였으며, 출현 개체수도 모악류 3종 중 가장 높게 나타났다. 난류성 종인 *S. enflata*가 정점 1을 제외한 나머지 정점에서 출현하였으며, 출현 개체수는 17~84 indiv. m⁻³ 범위로 정점 3에서 가장 높게 출현

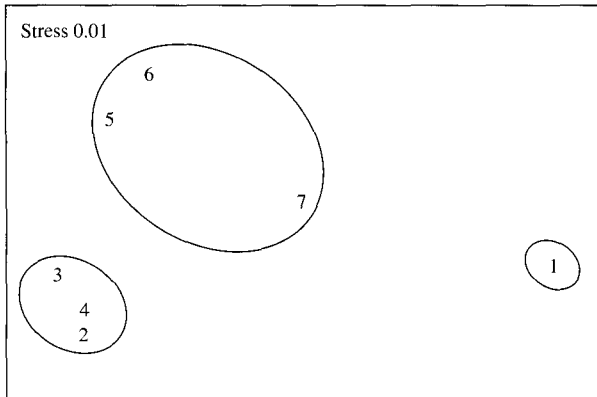


Fig. 4. Non-metric multidimensional scaling (NMDS) ordinations plot of sampling sites based on abundance of zooplankton in the costal area of Wando.

하였다. 이 두 종과 함께 출현한 *S. bedoti*는 정점 3에서 11 indiv. m⁻³의 출현 개체수를 나타냈으며, 연구해역의 중앙부를 중심으로 분포하는 특성을 보였다.

4. 종 다양도 지수와 군집분석

동물플랑크톤의 각 정점의 생태환경을 분석을 위한 지표로서 출현 종 수와 종 다양성 지수를 분석한 결과 (Table 1), 연구해역에서 출현한 종 수의 범위는 9~29종으로 정점 1에서 가장 낮았으며, 정점 4에서 가장 많은 종 수를 보였다. 종 다양성 지수의 범위는 1.416~2.493으로 정점 1에서 가장 낮았고, 정점 6에서 가장 높게 나타났으며, 소안도와 청산도를 잇는 정점들에서 높게 나타났다.

동물플랑크톤의 출현 개체수 자료를 이용하여 Bray-Curtis 유사도 지수를 이용하여 NMDS 분석을 통한 군집분석을 수행한 결과, 세 군집으로 구분되었다 (Fig. 4). A 군집은 소안도 인근해역에 위치한 정점 1이었으며, 소안도와 청산도 중앙부해역에 위치한 정점 2, 3, 4가 B 군집으로 구분되었다. 청산도 북부해역에 위치한 정점 5, 6, 7이 C 군집으로 구분되었다. 동물플랑크톤 군집간에 나타나는 종 조성과 출현 개체수를 one-way ANOSIM을 수행한 결과에서는 각 군집간에 유의한 차이를 보였다 (Table 2). 군집분석에 의해 나누어진 군집에 영향을 끼친 동물플랑크톤을 SIMPER 분석 결과, 대부분 요각류가 군집에 대한 기여도가 높게 나타났다 (Table 3). A 군집에서는 *E. tergestina*, 십각류 유생, *A. erythraea*, *S. crassa*의 군집에 대한 기여도가 높게 나타났으며, B 군집에서는 *A. pacifica*, *P. parvus* s. l., *S. crassa*, 십각류 유생이 군집의 영향을 끼쳤고, C 군집에서는 *E. tergestina*를 제외한

Table 2. Results of the ANOSIM and pair-wise tests for difference on zooplankton community between zones of costal area of Wando of the Bray-curtis transformed

	Zooplankton	
	Global R	p value
Global test	0.911	0.014
Zones compared		
a vs. b	1.000	0.25
a vs. c	1.000	0.25
b vs. c	0.852	0.10

Table 3. Summary of results from a SIMPER analysis, comparing the major aspects of the zooplankton communities across the three zones of Wando on Summer

Zone	Species	Contribution (%)	Accumulation (%)
A	<i>Evadne tergestina</i>	60.19	60.19
	Decapod larvae	11.11	71.30
	<i>Acartia erythraea</i>	10.18	81.48
	<i>Sagitta crassa</i>	6.48	87.96
B	<i>Acartia pacifica</i>	18.63	18.63
	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	13.53	32.16
	<i>Sagitta crassa</i>	12.40	44.56
	Decapod larvae	8.51	53.06
C	<i>Acartia pacifica</i>	20.72	20.72
	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	15.16	35.88
	<i>Evadne tergestina</i>	11.71	47.60
	<i>Sagitta enflata</i>	11.33	58.93

B 군집과 같은 종들이 군집에 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

고찰

하계 남해에 제주해협과 거문도 인근해역에 걸쳐 형성되는 저층의 냉수대와 저온 저염수는 황해 저층냉수가 확장되어 나타나며 (김 등 1991; 조와 김 1994), 저층의 저온수는 황해 냉수계열의 해수가 제주해협의 북측인 완도 연안역까지 영향을 미친다 (김 등 1991). 이러한 기존의 결과물에 대한 내용들은 본 연구 해역의 중심인 소안도와 청산도를 잇는 1~5의 정점에서 관측된 수온 연직구조를 살펴보는 것으로 확인할 수 있는데, 수심 30 m 이하에서 수온이 16°C로 저층에 냉수대가 형성되어 황해 저층냉수의 영향을 받았지만 청산도 북부해역에 위치한 정점 6과 7에서 저층의 냉수대가 출현하지 않은 점에서 하계 남해 서부해역의 표층과 저층의 수온변화에 직접적으로 관여하는 황해저층냉수와 쿠로시오난류 지류인 대마난류의 확장 (Hu et al. 1991; 윤 2002)이 소안

도와 청산도 중앙해역까지 영향을 미치는 것으로 판단된다.

완도 인근해역에서 출현한 동물플랑크톤은 모악류를 포함해서 총 36개 분류군, 평균 개체수는 804 indiv. m⁻³가 출현하였다. 이는 기존의 연구 결과들 중 본 연구지역과 유사한 해역의 결과물들이 부족하여 직접적인 비교를 하기는 어렵지만 본 연구해역을 포함하고 있는 Park and Seo (2000)의 연구 결과와 비교해보면 하계에 출현한 동물플랑크톤은 61개의 분류군으로 출현 개체수는 평균 482 indiv. m⁻³와 다소 차이를 보였지만, 이는 연구해역의 동물플랑크톤의 정량채집 시에 발생할 수 있는 채집 네트의 망목 크기의 차이와 채집시기 등을 고려하면 큰 차이라고 볼 수 없다고 판단되며 (Omorii and Ikeda 1984; 이와 박 2004), 단지 분류군 수가 많이 출현한 점은 연구 해역이 다소 연안 해역인 점과 비교적 외양역인 해역 (Park and Seo 2000)인 점을 볼 때, 외양역은 연안역보다 동물플랑크톤의 출현 개체수는 적게 나타나지만 종 조성은 높게 나타난다는 사실을 보여주고 있다 (Kimmerer 1993; 박과 최 1997; 이와 박 2004).

연구해역에 출현한 동물플랑크톤의 분류군은 소안도 인근해역인 정점 1과 청산도 북서부 해역인 정점 7에서 각각 9종, 12종으로 낮게 나타났을 뿐, 소안도와 청산도를 잇는 정점들에서는 분류군 수와 출현 개체수가 비교적 높게 나타났다. 정점간의 출현 분류군 수와 출현 개체수 차이는 연구해역의 저층에 형성된 냉수계의 영향으로 인한 수온변화가 동물플랑크톤 분포자료에 큰 영향을 미쳤을 것이라고 판단되지만, 본 연구해역이 비교적 연안역인 점을 감안하여 동물플랑크톤 채집시에 수층별 채집을 실시 하지 않았기 때문에 결론을 내리기는 쉽지 않다. 이러한 결과에 대한 신뢰성을 높이기 위해서는 수온 연직분포에 따른 동물플랑크톤의 수층별 채집 자료와 환경요인간의 관계에 대한 재해석이 필요할 것으로 판단된다 (Park 1990; Park et al. 1991; 이 2005).

동물플랑크톤의 출현 개체수를 토대로 군집분석한 결과에서는 세 군집으로 구분할 수 있었으며, 군집에 미치는 종들은 대부분 연안역에서 출현하는 종들로 나타났다. 군집에 미치는 종들 중 지각류 *E. tergestina*는 주로 연안역의 부영양화된 해역에서 분포하며 수온이 높은 시기에 처녀생식 (parthenogenetic reproduction)을 통하여 폭발적인 증식이 나타나기도 한다 (Longhurst and Seilbert 1972; Onbe 1977; Kim et al. 1993). 특히, 이 종은 수온과 먹이생물이 알맞게 조성이 이루어졌을 때 분포가 결정되는데 (Onbe 1977; Conover 1978), 연구해역인 완도 내만의 정점에서 조성률이 높게 나타났지만 먹이생물의 직접적인 계측이 실시되지 않아 실질적인 비교보다는

은수역에서 비교적 넓은 수온에 적응한다는 사실과 표층에 주로 집중적으로 분포한다는 종의 특성을 살펴볼 때 (Onbe 1977; 이 등 2004), 수온보다는 엽록소 *a*의 농도가 이들의 분포자료에 영향을 미쳤을 가능성이 높다고 판단된다. 요각류 중에는 *A. pacifica*가 높은 조성률을 보였는데, 이 종은 고수온기에 우리나라 전 연안에 흔하게 출현하는 종으로서 (Choi and Park 1993; 한 등 1995; 윤과 최 2003), 본 연구해역에서 정점 1을 제외한 모든 정점들에서 20% 이상의 높은 조성률을 보인 점은 이 종의 분포 중심이 소안도와 청산도 중앙해역임을 확인 할 수 있었다. 또한, 내만에서 비교적 넓은 수온 범위에서 연중 분포하며 여름에 대량 번식하는 종인 *P. parvus* s. l (이 1989; Park et al. 1998)도 *A. pacifica*와 분포 중심이 비슷한 양상을 보였다.

모악류는 출현 종 조성에 따라서 해역의 수괴 특성을 밝히는데 지표성 생물로 이용되고 있는데 (박 1970; Matsuzaki 1975; 박 등 1990; Yoo and Kim 1996), 하계 완도 연안역에서 출현한 모악류는 3종이었다. 이들 중 남해 연안역에서 연중 출현하는 것으로 보고된 *S. crassa* (박 등 1990; Choi and Park 1993)는 소안도와 청산도의 중앙해역을 중심으로 분포하는 것으로 나타났다. 한국 근해에서 난류의 세력의 영향을 밝히는데 지표성 종으로 이용되고 있는 *S. inflata*는 남해에서 주로 8월에 출현 개체수가 가장 많이 나타나며, 내만에서 많은 출현 개체수를 보인다고 하였는데 (박 등 1990), 본 연구에서는 출현 개체수가 100 indiv. m⁻³ 이하의 출현 개체수를 나타냈지만, 쿠로시오 난류 지표종인 이 종의 출현특성을 살펴볼 때 (박 등 1990; 정 등 1999), 쿠로시오 지류인 대마난류의 영향이 있었음을 시사한다.

결론적으로 하계 완도 인근해역의 동물플랑크톤 종 조성과 군집은 대마난류의 세력 확장과 황해저층냉수의 유입에 의해서 좌우될 가능성이 높으며, 대부분의 종들이 소안도와 청산도 중앙해역에 분포 중심을 형성하고 있다는 점을 볼 때, 수온의 영향을 받는다고 판단되지만, 이는 시료의 채집에 있어서 수층별 채집과 시기별 조사를 통해서 동물플랑크톤의 변동양상을 파악하여 보완되어야 한다고 판단된다.

적 요

하계 완도 연안역에 출현하는 동물플랑크톤의 군집양상을 연구하기 위하여 8월 30일에 6개의 정점에서 NORPAC net를 이용하여 수직 채집한 자료를 사용하였다. 동물플랑크톤은 37개 분류군이 출현하였으며, 출현

개체수는 147~1696 indiv. m⁻³의 범위를 나타냈다. 우점종은 *E. tergestina*, *A. pacifica*, *P. parvus* s. l, 십각류 유생, *S. crassa*로서 전체 출현 개체수에 90% 이상을 차지하였다. 동물플랑크톤은 세 개의 군집으로 구분되어졌으며, 소안도 인근해역의 A 군집, 소안도와 청산도의 중앙부해역인 B 군집, 청산도 북부해역의 C 군집으로 구분되었다. 군집으로 구분되는 세 그룹간의 동물플랑크톤의 종조성과 출현 개체수는 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 결과적으로 하계 완도 연안역의 동물플랑크톤 분포는 대마난류와 황해저층냉수의 확장에 의해 지배되고 있음을 암시하고 있다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 남해수산연구소 해양환경연구(RP-2006-ME-019)의 일환으로 수행되었으며, 현장연구와 시료분석에 적극 협조해주신 남해수산연구소 조은섭 박사님과 해양환경팀 연구원께 깊이 감사드립니다. 또한 논문의 심사와 문제점을 지적해 주신 편집위원, 심사위원님께 진심으로 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 국립수산진흥원. 2000. 1999년도 한국연안의 적조발생상황. 206pp.
- 강영실, 조영조, 고우진, 김성수, 전경암, 오현주. 2000. 한국 남해안에서 살파류(Tunicata: Taliacea)의 대번식과 해양 생태계에 미치는 영향. 한국해양학회지(바다). 5:47-58.
- 김인옥, 노홍길. 1994. 제주도 주변해역에 출현하는 중국대륙연안수에 관한 연구. 한국수산학회지. 27:515-528.
- 김 구, 노홍길, 이상호. 1991. 하계 제주도 주변 해역의 수계 및 해수순환. 한국해양학회지. 26:262-277.
- 김주일, 김진영, 최용규, 오현주, 추은경. 2005. 한국 남해 연안 전선구조에 따른 멸치 알의 분포. 한국어류학회지. 17:205-216.
- 박주석. 1970. 한국 근해 모악류에 관한 연구. 수진연구보고. 6:1-174.
- 박주석, 이삼근, 강영실, 이병돈, 허성희. 1990. 한국 남해의 요각류 및 모악류의 분포와 수괴특성. 한국수산학회지. 23:245-252.
- 박 철, 최중기. 1997. 동해 전선역 동물플랑크톤 군집: 1. 종 목록, 우점종 분포, 중간 유연관계. 한국수산학회지. 30: 225-238.
- 윤석현, 최중기. 2003. 경기만 동물플랑크톤 군집의 시·공간적 분포. 한국해양학회지(바다). 8:243-250.
- 윤양호. 1998. 완도 신지연안해역의 식물플랑크톤 군집구조 특성. 여수대학교 논문집. 12:651-664.
- 윤양호, 최임호, 서호영, 황두진. 2002. 하계 동중국해 해양구조 및 식물플랑크톤 생물량의 공간적 분포특성. 여수대학교 수산과학연구소 논문집. 11:36-42.
- 윤양호, 박종식, 서호영, 황두진. 2005. 이른 여름 동중국해 북부해역의 해양환경과 식물플랑크톤 군집의 분포특성. 한국해양환경공학회지. 8:100-110.
- 이원철. 1989. 마산만 요각류 군집에 대한 생태학적 연구. 한양대학교 이학석사학위논문. 87pp.
- 이창래, 박 철. 2004. 망목 크기가 동물플랑크톤 분포 자료 및 군집해석에 미치는 영향. 한국해양학회지(바다). 9: 13-19.
- 이창래. 2004. 동해후생동물플랑크톤 수직분포와 군집특성. 충남대학교 박사학위논문. 148pp.
- 임월에. 2004. 한국 남해안의 *Cochlodinium polykrikoides* 적조 발생과정에 관한 연구. 부산대학교 대학원 박사학위 논문. 119pp.
- 임월에, 이창규. 2004. 초여름 남해 동부연안의 *Cochlodinium polykrikoides* 분포와 세포 특징. 한국해양학회지(바다). 9:106-109.
- 정창수, 최우정, 김학균, 이창규, 임월에, 김숙양. 1999. 1998년도 남해도 인근수역의 *Cochlodinium polykrikoides* 적조발생과 동물플랑크톤의 분포특성. 수진연구보고. 57: 153-161.
- 조양기, 김 구. 1994. 여름철 남해 저온수의 특성과 기원. 한국해양학회지. 29:414-421.
- 조은섭, 최용규. 2005. 남서해역의 유해성 적조생물 *Cochlodinium polykrikoides* Margalef 모니터링을 위한 환경특성과 식물플랑크톤 군집 동태. 한국환경과학회지. 14: 177-184.
- 한동훈, 홍성윤, 마채우. 1995. 득량만 동물플랑크톤의 분포. 한국수산학회지. 28:517-532.
- Choi KH and C Park. 1993. Seasonal fluctuation of zooplankton community in Asan Bay, Korea. Korean J. Fish. Soc. 26:424-437.
- Chung CS and DB Yang. 1991. On the primary productivity in the southern sea of Korea. Korean J. Oceangr. Soc. 26: 242-254.
- Clarke KR. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Aust. J. Ecol. 18:117-143.
- Conover RJ. 1978. Transformation of organic matter, In: Marine Ecology. pp. 221-499. In Vol IV. Dynamics. John Wiley & Sons, edited by Kinne, O., New York.
- Hu D, M Cui, Y Li and T Qu. 1991. On the Yellow Sea cold water mass-related circulation. Yellow Sea Res. 4:17-36.
- Kimmerer WJ. 1993. Distribution patterns of zooplankton in Tomales Bay, California. Estuaries. 16:252-272.
- Kim SW, T Onbe and KI Yoo. 1993. Distribution of the marine cladoceran *Evadne spinifera* in waters adjacent to Korean

- Peninsula. Korean J. Oceanogr. Soc. 28:47-51.
- Lie HJ and CH Cho. 2002. Recent advances in understanding the circulation and hydrography of the East China Sea. Fish. Oceanogr. 11:318-328.
- Longhurst AR and DLR Seilbert. 1972. Oceanic distribution of Evadne in the eastern Pacific (Cladocera). Crustaceana. 22:239-248.
- Matsuzaki M. 1975. On the distribution of chaetognaths in the East China Sea. Japan Meteorological Agency. 26:57-61.
- Nakata H. 1996. Coastal fronts and eddies: Their implications for egg and larval transport and survival processes. In: Survival Strategies in Early Life Stages of Marine Resources, edited by Watanabe Y, Y Yamashita and Y Oozeki, Balkema Pub. pp. 227-244.
- Omorii M and T Ikeda. 1984. Methods in Marine Zooplankton Ecology. John Wiley, New York. pp. 332.
- Onbe T. 1977. The biology of marine cladocerans in warm temperature water. InL proceedings of a Symposium on Warm Water Zooplankton. Publicacao Especial, UNESCO /National Institute of Oceanography, Goa, pp. 383-393.
- Park C. 1990. Day-night difference in zooplankton catches in the coastal area of active tidal mixing. Korean J. Oceanogr. Soc. 32:151-159.
- Park C, PG Lee and CR Lee. 1998. Seasonal variation in abundance, species occurrence and species diversity of zooplankton in Asan Bay, the Yellow Sea over the last eight years. The Yellow Sea. 4:40-48.
- Park C and JW Seo. 2000. Characteristics of zooplankton distribution and degree of its coupling with distribution of water masses in the northern East China Sea in summer and winter. The Yellow Sea. 6:1-11.
- Park C, KH Choi and CH Moon. 1991. Distribution of zooplankton in Asan Bay, Korea with comments on vertical migration. Korean J. Fish. Soc. 24:472-482.
- Shim JH and YC Park. 1984. Community structure and spatial distribution of phytoplankton in the southwestern sea of Korea, in early summer. Korean J. Oceanogr. Soc. 19:68-81.
- Strickland JDH and TR Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Canada Fish. Res. Bd. 167:1-310.
- Yoo KI and WR Kim. 1996. Spatial distribution of chaetognaths in the Yellow Sea in the Summer. Korean J. Environ. Biol. 14:155-166.

Manuscript Received: July 1, 2006
Revision Accepted: September 6, 2006
Responsible Editor: Byung Jin Lim